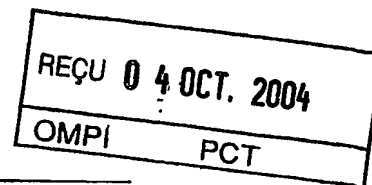


27 SEP. 2004

BEST AVAILABLE COPY



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 05 JUL. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

**BR1**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 210502

REMISE DES PIÈCES  
DATE

LIEU

**27 JUIN 2003**

**75 INPI PARIS B**

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

**0307850**

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

PAR L'INPI

**27 JUIN 2003**

Vos références pour ce dossier

(facultatif)

**BFF030214**

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

### 2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

*Demande de brevet initiale*

N°

Date

*ou demande de certificat d'utilité initiale*

N°

Date

Transformation d'une demande de

☐

Date

brevet européen *Demande de brevet initiale*

N°

### 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

**PROCEDE ET DISPOSITIF D'IMAGERIE MAGNETO-OPTIQUE**

### 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

### 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale

☐ Personne physique

Nom

ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile

ou

siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS**

**Etablissement Public, Scientifique et Technologique EPST**

**3, rue Michel Ange 75016 PARIS Cédex 16**


**FRANCE**

**Française**

N° de télécopie (facultatif)

☒ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2<sup>e</sup> page

REMISE DES PIÈCES DATE <b>27 JUIN 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS B</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0307850</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	08 540 W / 210502
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b> Nom _____ Prénom _____ Cabinet ou Société _____ N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel _____ Adresse Rue _____ Code postal et ville _____ Pays _____ N° de téléphone (facultatif) _____ N° de télécopie (facultatif) _____ Adresse électronique (facultatif) _____		<b>BFF030214</b>   <b>Cabinet PLASSERAUD</b>   <b>84, rue d'Amsterdam</b>  <b>75009 PARIS</b>	
<b>7 INVENTEUR (S)</b> Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b> Établissement immédiat ou établissement différé		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b> <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG _____	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b> Le support électronique de données est joint La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences <input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Eric BURBAUD 94-0304		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

### REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° .1. / 1..

**BR**/SUITE

Réservé à l'INPI

#### REMISE DES PIÈCES

DATE **27 JUIN 2003**

LIEU **75 INPI PARIS B**

N° D'ENREGISTREMENT **0307850**

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 W / 010702

#### Vos références pour ce dossier *(facultatif)*

**BFF030214**

#### 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date  N°

Pays ou organisation

Date  N°

Pays ou organisation

Date  N°

#### 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ **Personne morale** ☐ **Personne physique**

Nom  
ou dénomination sociale

**ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN**

Prénoms

Forme juridique

**Etablissement Public à caractère scientifique, culturel et professionnel**

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile  
ou  
siège

Rue

**61, av. du Président Wilson 94235 CACHAN Cédex**

Code postal et ville

Pays

**FRANCE**

**Française**

Nationalité

N° de téléphone *(facultatif)*

N° de télécopie *(facultatif)*

Adresse électronique *(facultatif)*

#### 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ **Personne morale** ☐ **Personne physique**

Nom  
ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile  
ou  
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone *(facultatif)*

N° de télécopie *(facultatif)*

Adresse électronique *(facultatif)*

11 SIGNATURE DU DEMANDEUR  
OU DU MANDATAIRE  
(Nom et qualité du signataire)

**Eric BURBAUD**

**04 0304**

VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI

# PROCEDE ET DISPOSITIF D'IMAGERIE MAGNETO-OPTIQUE

L'invention concerne le domaine des procédés et des dispositifs d'imagerie magnéto-optique.

5 Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé d'imagerie magnéto-optique comprenant :

- le positionnement, à proximité d'un matériau cible, d'une face sensiblement plane d'un matériau actif magnétique adapté pour engendrer une rotation Faraday dans  
10 un faisceau lumineux polarisé,

- la génération d'un champ magnétique excitateur de pulsation  $\omega$  dans le matériau cible,

- la projection d'un faisceau incident lumineux polarisé, à travers le matériau actif, vers le matériau  
15 cible,

- la détection, grâce à des moyens photo-détecteurs, d'un faisceau réfléchi correspondant à la réflexion sur une surface réfléchissante située entre le matériau actif et le matériau cible, et

20 - l'observation de l'angle de la rotation Faraday dans le faisceau réfléchi, par rapport au faisceau incident, créée, dans le matériau actif, par un champ magnétique de perturbation, engendré par le matériau cible.

On connaît déjà, notamment, grâce aux documents  
25 US 4 625 167, US 4 755 752, US 5 053 704 et US 5 446 378, de tels procédés, ainsi que des appareils magnéto-optiques mettant en œuvre de tels procédés.

De tels procédés et dispositifs sont généralement utilisés, mais pas exclusivement, pour faire du contrôle non  
30 destructif par courant de Foucault. Ils allient l'utilisation des courants de Foucault et de l'effet

Faraday. Ils permettent de détecter des défauts, tels que des fissures aux pieds de rivets ou de la corrosion, présents dans une cible conductrice. Ils trouvent des applications notamment en aéronautique et dans le nucléaire.

5           Cependant, les procédés et dispositifs connus ne permettent qu'une caractérisation qualitative de défaut. Les images obtenues sont binaires.

10           Un but de l'invention est de fournir un procédé et un dispositif d'imagerie magnéto-optique permettant une caractérisation quantitative des défauts.

          Pour cheminer vers ce but, l'invention fournit en particulier un procédé qui, outre les caractéristiques déjà mentionnées, est caractérisé par le fait que :

15           - la rotation Faraday du matériau actif est sensiblement proportionnelle à son aimantation magnétique lorsqu'il est soumis à un champ magnétique de perturbation, perpendiculaire à ladite face et variant dans une plage minimale s'entendant entre sensiblement -1 Oersteds et sensiblement +1 Oersteds, et que

20           - l'on détermine, à partir de la valeur de l'angle de la rotation Faraday, la valeur de l'aimantation du matériau actif, sous l'effet du champ magnétique de perturbation.

25           Grâce à l'invention, et en particulier grâce à l'utilisation d'un matériau actif dont la rotation Faraday est proportionnelle au champ dans lequel il baigne, il est possible de déterminer, à partir d'une intensité lumineuse locale, la valeur, en module et en phase, du champ magnétique de perturbation caractéristique dus aux défauts dans le matériau cible. On peut ainsi accéder, en temps  
30           réel, à une cartographie du matériau cible caractérisant précisément les défauts (profondeur de corrosion, dimension

des fissures, etc.), notamment lorsque l'on associe le procédé selon l'invention avec une modélisation des moyens de génération du champ magnétique excitateur.

Le procédé selon l'invention peut comporter en outre, l'une et/ou l'autre des dispositions suivantes :

- le champ magnétique excitateur est généré grâce à un inducteur alimenté par un courant excitateur variable ;
- il comprend une mesure, par détection synchrone, de la variation de la phase du champ magnétique de perturbation par rapport à celle du courant excitateur ;
- l'amplitude du champ magnétique de perturbation est mesurée à partir de l'intensité lumineuse du faisceau réfléchi ;

- le faisceau incident est modulé en amplitude à la même fréquence que celle du champ excitateur.

Selon un autre aspect, l'invention concerne un dispositif d'imagerie magnéto-optique, pour former une image d'un matériau cible, ce dispositif comprenant :

- un matériau actif, comportant une face sensiblement plane, magnétique et adapté pour engendrer une rotation Faraday dans un faisceau lumineux polarisé,

- des moyens générateurs d'un champ magnétique excitateur de pulsation  $\omega$  dans le matériau actif et dans le matériau cible lorsque le dispositif d'imagerie est disposé à proximité de ce matériau cible,

- une source lumineuse pour projeter un faisceau incident lumineux polarisé, à travers le matériau actif, vers le matériau cible, lorsque le dispositif d'imagerie est disposé à proximité de ce matériau cible,

- des moyens photo-détecteurs, pour détecter un faisceau réfléchi correspondant à la réflexion, après

traversée du matériau actif, du faisceau incident sur une surface réfléchissante, caractérisé par le fait que la rotation Faraday du matériau actif est sensiblement proportionnelle à son aimantation magnétique lorsqu'il est soumis à un champ magnétique de perturbation engendré dans le matériau cible, perpendiculaire à ladite face et variant dans une plage minimale s'entendant entre sensiblement -1 Oersteds et sensiblement +1 Oersteds.

Le dispositif selon l'invention peut comporter en outre, l'une et/ou l'autre des dispositions suivantes :

- il comporte un inducteur alimenté par un courant excitateur variable, pour générer le champ magnétique excitateur,

- il comporte des moyens de modulation du faisceau incident pour le moduler en amplitude à la même fréquence que celle du champ excitateur ; et

- il comprend des moyens de calcul pour déterminer, à partir de la valeur de l'angle de la rotation Faraday, la valeur de l'aimantation du matériau actif, sous l'effet d'un champ magnétique de perturbation engendré dans le matériau actif, par le matériau cible lorsque le dispositif d'imagerie est disposé à proximité de ce matériau cible.

Les caractéristiques ci-dessus ainsi que d'autres apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier d'exécution de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement en perspective un dispositif d'imagerie magnéto-optique conforme à la présente invention ;



- la figure 2 représente schématiquement le principe de modulation magnéto-optique du dispositif représenté sur la figure 1 ;

5 - la figure 3 représente le cycle d'aimantation du matériau actif entrant dans la constitution du dispositif représenté sur la figure 1 ;

10 - la figure 4 représente une image de la partie réelle de la composante du champ magnétique de perturbation divisée par l'intensité lumineuse moyenne, cette image ayant été réalisée avec un dispositif du type de celui représenté sur la figure 1 ; et

15 - la figure 5 représente une image de la partie imaginaire du champ magnétique de perturbation, divisée par l'intensité lumineuse moyenne, cette image ayant été réalisée avec un dispositif du type de celui représenté sur la figure 1.

20 Un exemple, non limitatif, de mode de réalisation du dispositif selon l'invention, est décrit ci-dessous en relation avec la figure 1. Dans cet exemple, le dispositif comporte :

- un boîtier 1 adapté pour être déplacé à la surface d'un matériau cible 2 que l'on souhaite analyser,
- un dispositif optique 3,
- des moyens générateurs de champ magnétique
- 25 excitateur 5,
- des moyens photodétecteurs 7.

30 Plus précisément, le dispositif optique 3 comporte une source lumineuse 9, un polariseur 11 et un analyseur 13. Le polariseur 11 et l'analyseur 13 sont d'un type connu de l'homme du métier.

La source lumineuse 9 est par exemple constituée d'une diode électroluminescente. Des diodes de forte

luminosité sont disponibles dans le commerce pour des longueurs d'onde variées. On choisira par exemple un diode rouge de 10 mm de diamètre et de forte luminosité (référence TLRH190P de la société TOSHIBA).

5 Un matériau optiquement actif 15 est intercalé entre le polariseur 11 et l'analyseur 13, sur le chemin optique. Cet ensemble polariseur/matériau actif/analyseur constitue un modulateur de lumière magnéto-optique. Le principe de ce modulateur magnéto-optique est illustré par la figure 2. Le  
10 polariseur 11 et l'analyseur 13 sont croisés avec un angle  $\nu$ . Cet angle  $\nu$  est avantageusement choisi entre 45 et 90 degrés. Le plan de polarisation tourne sous l'effet de la rotation Faraday d'un angle  $\rho$ .

Le matériau optiquement actif 15 est par exemple un  
15 grenat ferrimagnétique ayant un cycle d'aimantation doux, linéaire et avec peu d'hystérésis. Il s'agit par exemple d'un composé  $(\text{GdPrBiTm})_3(\text{AlFe})_5\text{O}_{12}$  déposé en film de  $5,9 \mu\text{m}$  d'épaisseur, par épitaxie en phase liquide à  $768^\circ\text{C}$ , sur un substrat de SGGG  $[(\text{GdCa})_3(\text{GaMgZr})_5\text{O}_{12}]$  d'un pouce de  
20 diamètre.

Dans ce type de grenat, la direction de facile aimantation est normale au plan du film.

Dans ce type de composé, les ions  $\text{Bi}^{3+}$  et  $\text{Pr}^{3+}$  permettent d'obtenir une forte rotation Faraday. En outre,  
25 ils sont compatibles avec l'utilisation de longueurs d'onde correspondant aux couleurs proches du rouge. Avantageusement, les domaines magnétiques de ce type de grenat sont de petites dimensions devant la taille des pixels des moyens photodétecteurs 7, ce qui permet de  
30 moyenner les contributions des domaines de direction d'aimantation opposées.

Comme représenté sur la figure 3, la courbe d'aimantation d'un tel grenat présente une partie sensiblement linéaire entre -100 Oersteds et +100 Oersteds environ. Enfin, on peut remarquer sur cette courbe que l'hystérésis est négligeable et que, de manière très avantageuse, la pente, dans la partie linéaire, est supérieure à 1 degré/Am<sup>-1</sup>.

L'une des faces du film de matériau actif 15 est recouverte d'une fine pellicule d'aluminium faisant office de miroir et assurant ainsi une réflexion quasi-totale des rayons lumineux provenant de la source lumineuse 9.

Le matériau optiquement actif 15 est plongé dans un champ magnétique sinusoïdal de fréquence  $f = \omega / 2\pi$ , créé par les moyens générateurs de champ magnétique 5. La fréquence  $f$  est par exemple de 100kHz.

Les moyens générateurs de champ magnétique 5 sont par exemple constitués d'une plaque inductrice 17 adaptée pour induire des courants de Foucault dans la cible 2 (voir figure 1). Cette plaque inductrice 17 est alimentée avec un courant sinusoïdal  $I$  ayant une valeur efficace de 120A et une fréquence  $f$  de 100kHz. Cette plaque inductrice 17 est en cuivre. Elle fait sensiblement 350  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et 8 par 8 centimètres de côté environ. Le champ magnétique produit par la plaque inductrice est d'environ 1kA/m. La plaque inductrice 17 est parallèle au film de matériau actif 15. En réponse au champ excitateur produit par la plaque inductrice 17, en présence d'un défaut dans le matériau cible, on observe un champ de perturbation  $H_0$  normal à la surface balayée avec la face du boîtier 1 parallèle à la plaque inductrice 17.

Les moyens photodétecteurs 7 sont avantageusement constitués d'une matrice, plutôt que d'un capteur unique associé à un dispositif mécanique de balayage. Une caméra CCD analogique associée à une carte d'acquisition vidéo s'avère appropriée. Il s'agit par exemple du modèle XC-75CE de la société SONY. Elle possède en effet les avantages suivants :

- une résolution spatiale suffisante (qui peut même permettre de moyenner les valeurs de pixels voisins afin de minimiser le bruit),

- une simplicité de mise en œuvre et une facilité dans le traitement matriciel des données à partir d'un ordinateur,

- un coût relativement modeste, et

- un temps d'acquisition faible, comparé à des systèmes à multiplexage ou nécessitant les déplacements mécaniques.

De telles caméras CCD permettent l'acquisition d'une image toutes les 25 à 30 millisecondes.

Pour qu'il y ait compatibilité entre la période d'échantillonnage de cette caméra CCD et la fréquence  $f$  d'excitation du matériau actif, on module l'intensité lumineuse de la source lumineuse 9 par stroboscopie, en alimentant la source lumineuse 9 par des impulsions de tension. Dans une version homodyne du dispositif selon l'invention, les impulsions de tension ont une fréquence identique à celles du courant sinusoïdal  $I$  et sont de déphasage constant  $n2\pi/N$  (où  $n \in [0, N-1]$ ).

Alors, par des techniques de détection synchrone numérique, il est possible de déduire l'amplitude  $H_0$  et la phase du champ magnétique de perturbation, par rapport à la

référence constituée par le courant sinusoïdal  $I$  alimentant la plaque inductrice 17.

En effet, si l'aimantation  $M$ , du matériau actif, est proportionnelle au champ magnétique de perturbation  $H_0$ , on dispose d'une rotation Faraday de la forme :

$$\rho(H) = kH_0 \sin(\omega t).$$

L'intensité lumineuse détectée par la caméra CCD est alors proportionnelle à  $\cos^2(v + \rho(H))$  et après simplification pour les faibles valeurs de  $\rho$ , on obtient une intensité lumineuse proportionnelle à  $(1 + \cos 2v)/2 - kH_0 \sin 2v \sin(\omega t)$ .

Il est ainsi possible de remonter à l'amplitude  $H_0$  du champ de perturbation lié au défaut à caractériser.

Les figures 4 et 5 présentent des résultats obtenus pour une fissure débouchante mesurant 1 mm de large par 3 mm de long, dans une tôle d'aluminium, les courants inducteurs arrivant perpendiculairement à la plus grande dimension de cette fissure. Pour cette mesure,  $I=120A$ ,  $f=100kHz$  et  $v=80^\circ$ . Sur les figures 4 et 5, les dimensions de l'image sont exprimées en pixels. La cartographie des parties réelle et imaginaire de la composante du champ magnétique de perturbation sont représentées respectivement sur les figures 4 et 5. Celles-ci ont été divisées par l'intensité lumineuse moyenne afin de s'affranchir de l'éventuel éclairage non uniforme de la zone imagée du matériau cible, qui fait quelques centimètres carrés.

En associant ces résultats à une modélisation, par exemple par éléments finis en 3D, des moyens générateurs du champ magnétique excitateur 5, il est possible de caractériser précisément la fissure par ses dimensions.

Selon une variante du procédé et du dispositif selon l'invention tels que décrits ci-dessus, on réalise un

montage hétérodyne. Dans ce cas, les fréquences du courant  $I$  inducteur et de la source lumineuse sont légèrement différentes.

## REVENDICATIONS

1. Procédé d'imagerie magnéto-optique comprenant :

5 - le positionnement, à proximité d'un matériau cible (2), d'une face sensiblement plane, d'un matériau actif (15) magnétique adapté pour engendrer une rotation Faraday dans un faisceau lumineux polarisé,

- la génération d'un champ magnétique excitateur de pulsation  $\omega$  dans le matériau cible (2),

10 - la projection d'un faisceau incident lumineux polarisé, à travers le matériau actif (15), vers le matériau cible (2),

15 - la détection, grâce à des moyens photo-détecteurs (7), d'un faisceau réfléchi correspondant à la réflexion sur une surface réfléchissante située entre le matériau actif (15) et le matériau cible (2), et

20 - l'observation de l'angle de la rotation Faraday dans le faisceau réfléchi, par rapport au faisceau incident, créée, dans le matériau actif (15), par un champ magnétique de perturbation engendré par le matériau cible (2),  
caractérisé par le fait que :

25 - la rotation Faraday du matériau actif (15) est sensiblement proportionnelle à son aimantation magnétique lorsqu'il est soumis à un champ magnétique de perturbation, perpendiculaire à ladite face et variant dans une plage minimale s'entendant entre sensiblement -1 Oersteds et sensiblement +1 Oersteds, et que

30 - l'on détermine, à partir de la valeur de l'angle de la rotation Faraday, la valeur de l'aimantation du matériau actif (15), sous l'effet du champ magnétique de perturbation.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le champ magnétique excitateur est généré grâce à un inducteur (17) alimenté par un courant excitateur variable.

3. Procédé selon la revendication 2, comprenant une mesure, par détection synchrone, de la variation de la phase du champ magnétique de perturbation par rapport à celle du courant excitateur.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'amplitude du champ magnétique de perturbation est mesurée à partir de l'intensité lumineuse du faisceau réfléchi.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le faisceau incident est modulé en amplitude à la même fréquence que celle du champ excitateur.

6. Dispositif d'imagerie magnéto-optique, pour former une image d'un matériau cible (2), ce dispositif comprenant :

- un matériau actif (15), comportant une face sensiblement plane, magnétique et adapté pour engendrer une rotation Faraday dans un faisceau lumineux polarisé,

- des moyens générateurs d'un champ magnétique (5) excitateur de pulsation  $\omega$  dans le matériau actif (15) et dans le matériau cible (2), lorsque le dispositif d'imagerie est disposé à proximité de ce matériau cible,

- une source lumineuse (9) pour projeter un faisceau incident lumineux polarisé, à travers le matériau actif (15), vers le matériau cible (2) lorsque le dispositif d'imagerie est disposé à proximité de ce matériau cible (2),

- des moyens photo-détecteurs (7), pour détecter un faisceau réfléchi correspondant à la réflexion, après



traversée du matériau actif (15), du faisceau incident sur une surface réfléchissante,

caractérisé par le fait que la rotation Faraday du matériau actif est sensiblement proportionnelle à son aimantation magnétique lorsqu'il est soumis à un champ magnétique de perturbation engendré par le matériau cible (2), perpendiculaire à ladite face et variant dans une plage minimale s'étendant entre sensiblement -1 Oersteds et sensiblement +1 Oersteds.

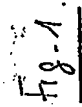
7. Dispositif selon la revendication 6, comportant :

- un inducteur (17) alimenté par un courant excitateur variable, pour générer le champ magnétique excitateur, et

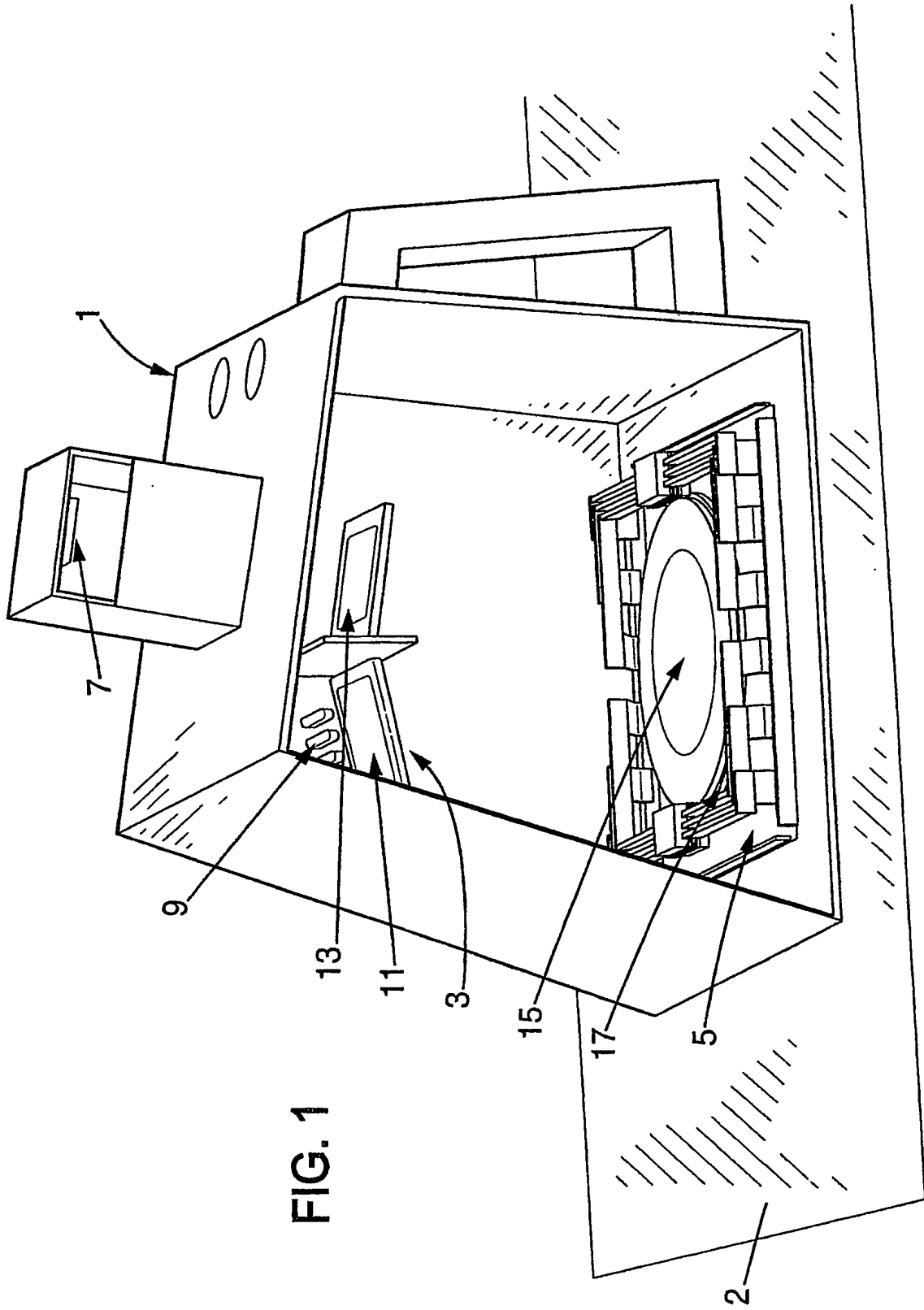
- des moyens de modulation du faisceau incident pour le moduler en amplitude à la même fréquence que celle du champ excitateur.

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, comprenant des moyens de calcul pour déterminer, à partir de la valeur de l'angle de la rotation Faraday, la valeur de l'aimantation du matériau actif (15), sous l'effet d'un champ magnétique de perturbation engendré dans le matériau actif (15), par le matériau cible (2) lorsque le dispositif d'imagerie est disposé à proximité de ce matériau cible (2).

**QUESTIONS**



2



2/3

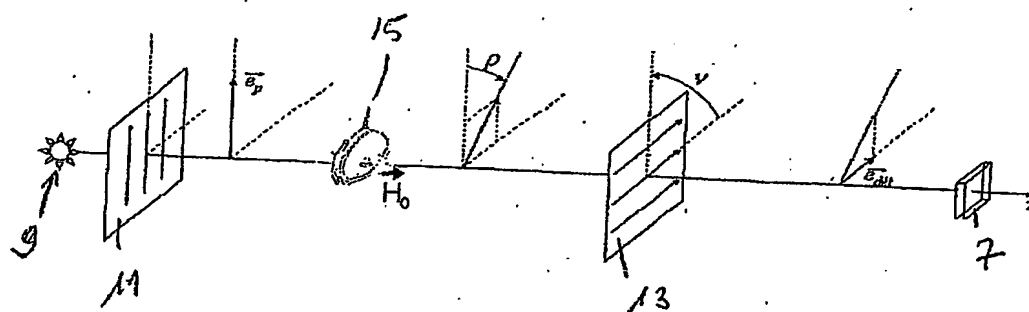


Fig. 2 -

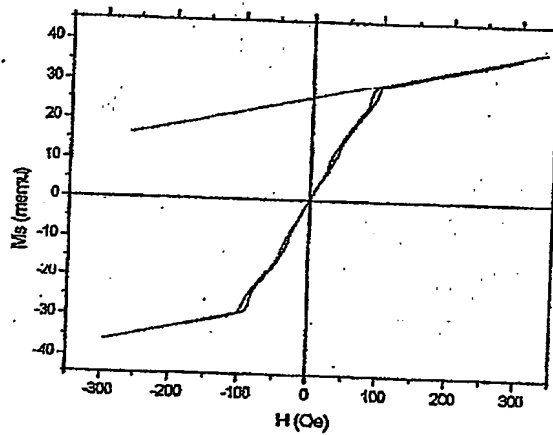


Fig. 3

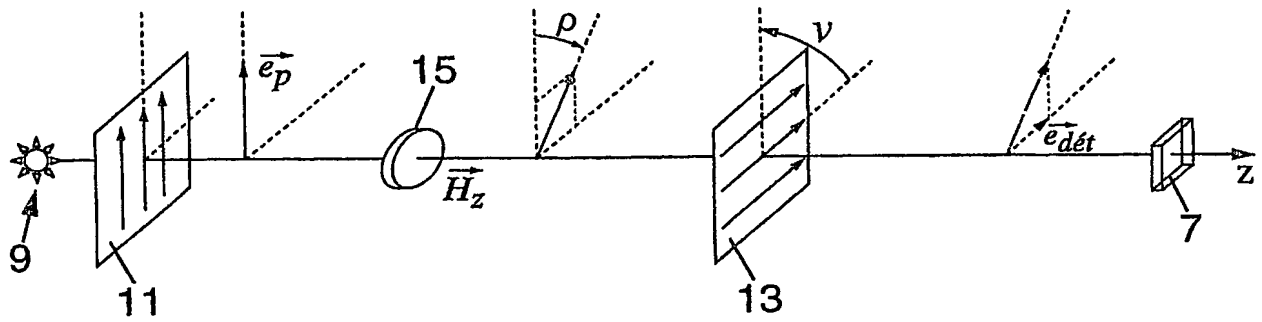


FIG. 2

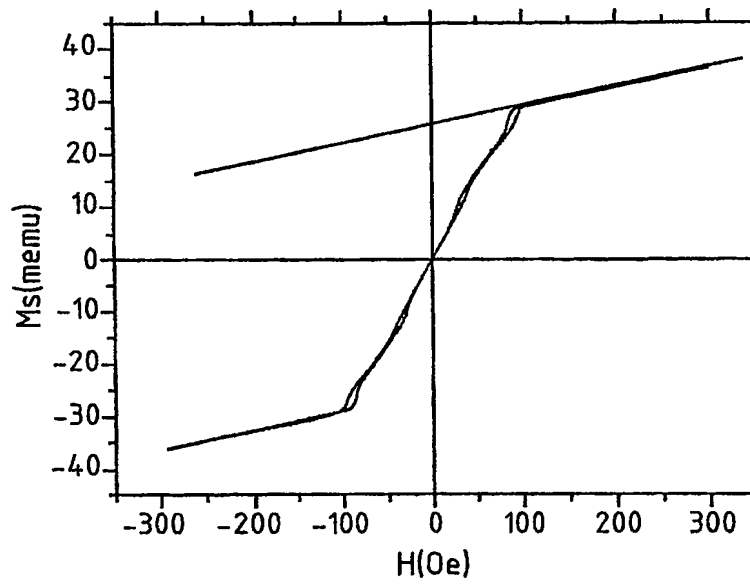


FIG. 3

3/3

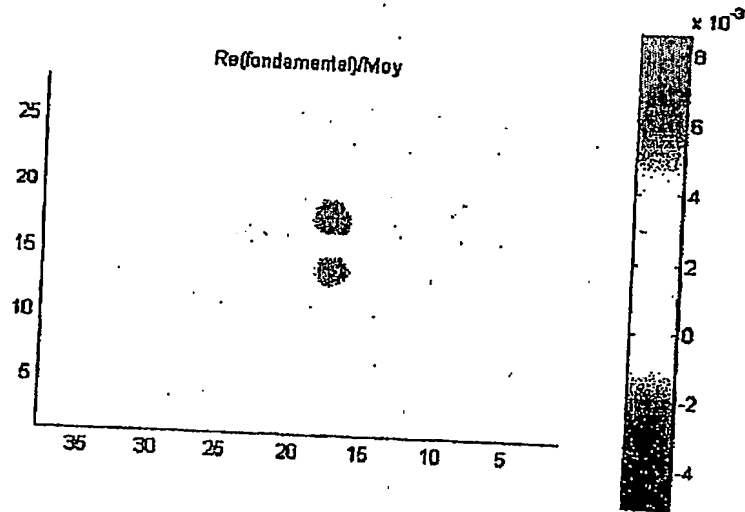


Fig. 4.

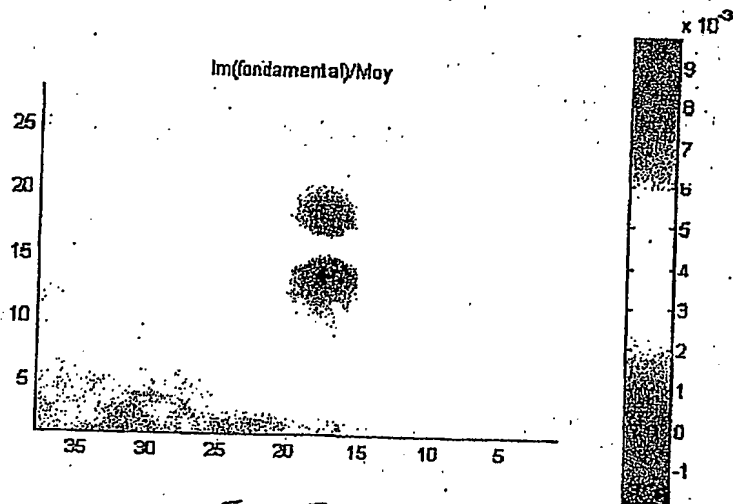


Fig. 5.

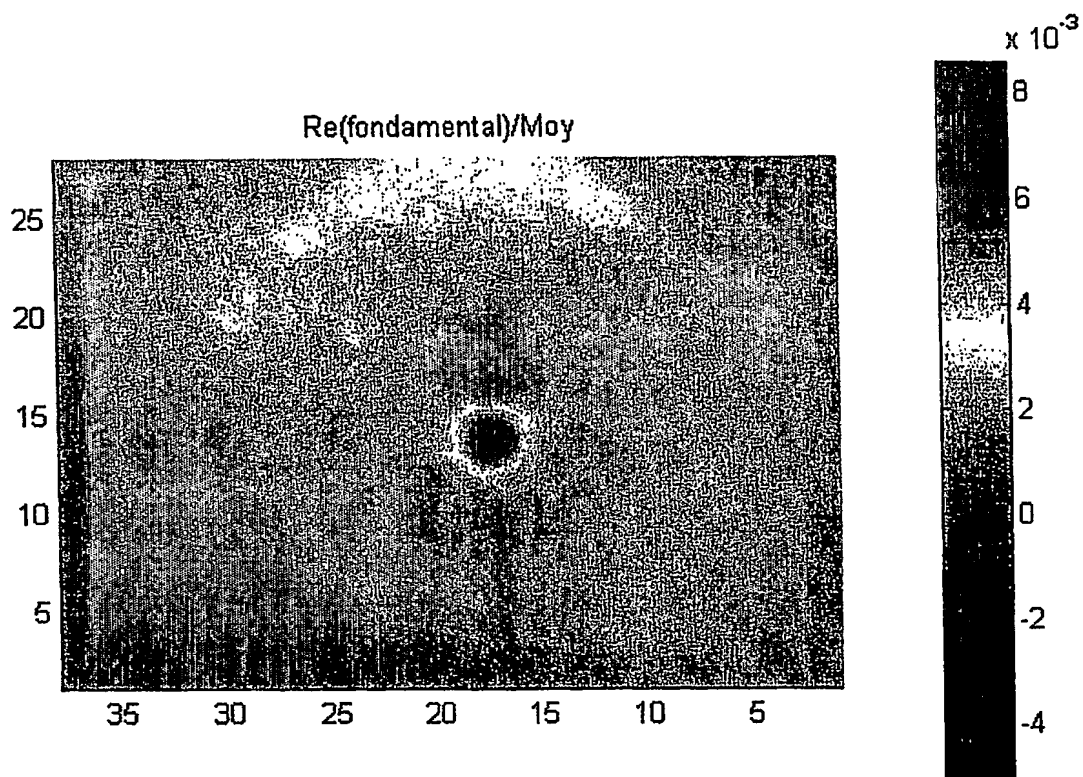


FIG. 4

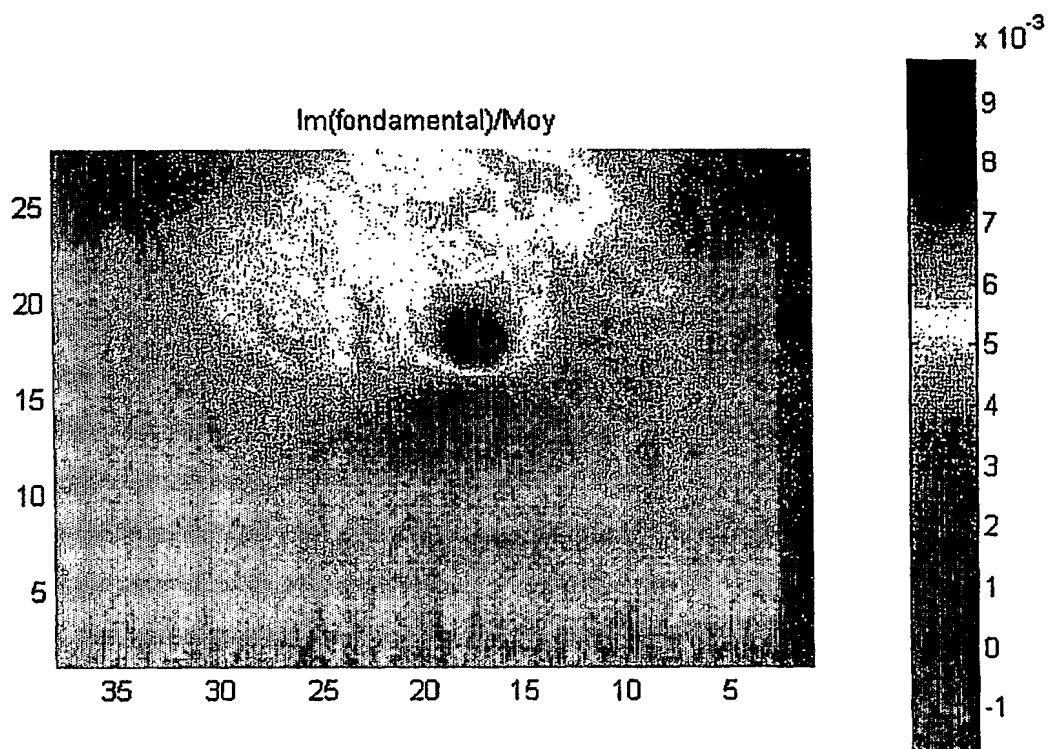


FIG. 5

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1, 2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>			
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		FR 03 07850	
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>			
PROCÉDE ET DISPOSITIF D'IMAGERIE MAGNETO-OPTIQUE			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>			
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS - ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN			
<b>DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>			
<b>1</b> Nom			
Prénoms		DECITRE Jean-Marc, Claude, Eugène	
Adresse	Rue	5, rue Fleming 42000 SAINT-ETIENNE FRANCE	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>2</b> Nom			
Prénoms		LEMISTRE Michel, Bernard	
Adresse	Rue	14bis, rue du Chatinay 93190 LIVRY-GARGAN FRANCE	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>3</b> Nom			
Prénoms		BEN YOUSSEF Jamal, Julien	
Adresse	Rue	2, rue d'Avranches 29200 BREST FRANCE	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b>		Le 29 juin 2004	
<b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b>		CABINET PLASSERAUD	
<b>OU DU MANDATAIRE</b>		Régis GAREL	
<b>(Nom et qualité du signataire)</b>		02-0303	



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 2/2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>			
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		FR 03 07850	
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>			
PROCEDE ET DISPOSITIF D'IMAGERIE MAGNETO-OPTIQUE			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>			
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS - ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>			
<b>1</b>	Nom		
	Prénoms	LEPOUTRE François	
Adresse	Rue	3, place de la Fontaine 91640 JANVRY FRANCE	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>2</b>	Nom		
	Prénoms	PLACKO Dominique, Marc, Bruno	
Adresse	Rue	21, allée de la Toison d'Or 94000 CRETEIL FRANCE	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>3</b>	Nom		
	Prénoms	JOUBERT, Pierre-Yves	
Adresse	Rue	75012 PARIS FRANCE	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b>		Le 29 juin 2004	
<b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b>		CABINET PLASSERAUD	
<b>OU DU MANDATAIRE</b>		Régis GAREL	
<b>(Nom et qualité du signataire)</b>		02-0303	

**PCT/FR2004/001602**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**